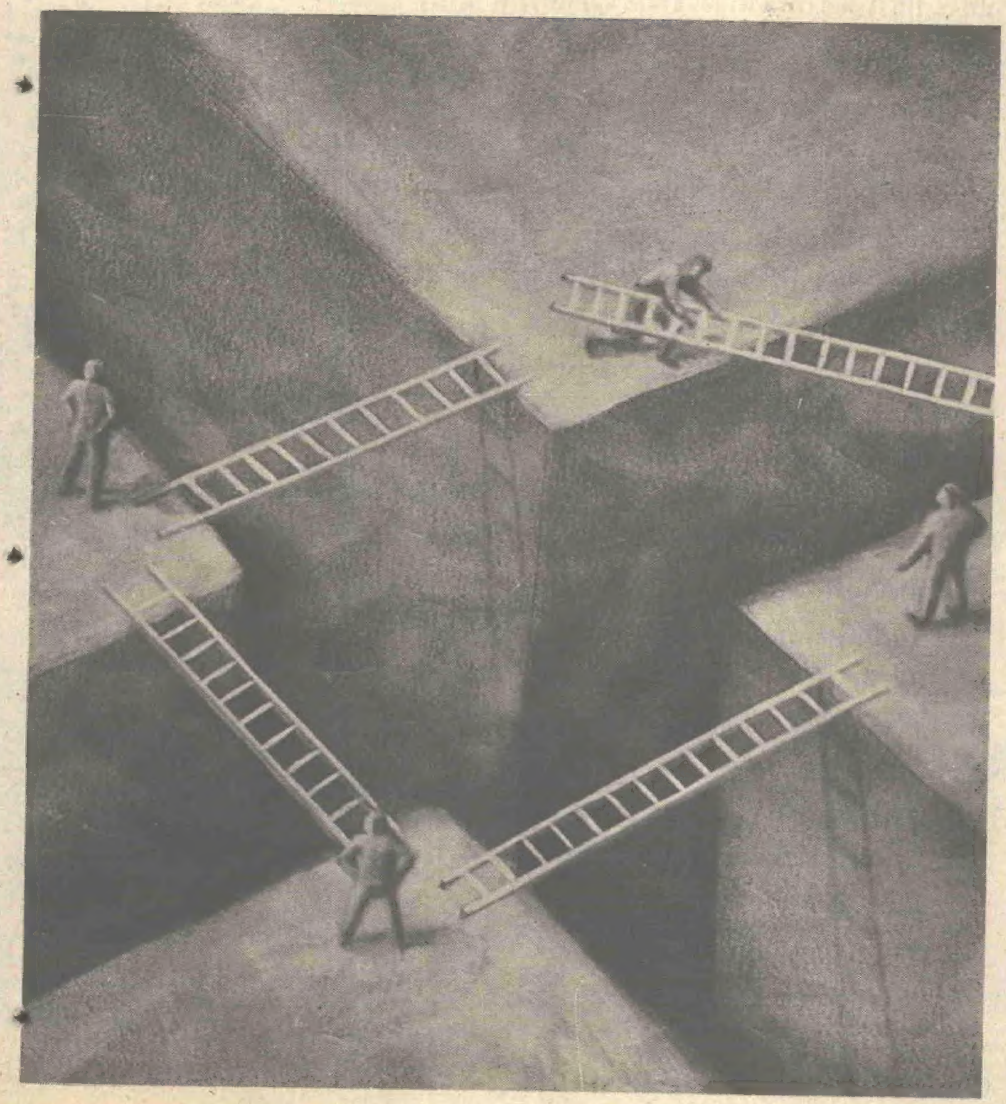
ยืน ภู่วรวรรณ

บนขอบ
ของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์

นำเสนอเทคโนโลยีที่จัดว่าอยู่บนขอบที่มีแนวโน้มของการแพร่หลาย และขยายตัวในอนาคตอีกมาก



คอมพิวเตอร์เป็นศาสตร์ที่มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็วมาก หากย้อนเวลากลับสู่อดีตอาจกล่าวได้ว่า ช่วงเวลาที่เริ่มต้นมีไมโครโปรเซสเซอร์หรือซีพียูขนาดจิ๋วในปี พ.ศ. 2516 จวบจนปัจจุบันก็ครบ 20 ปีเต็ม ไมโครโปรเซสเซอร์ได้เปลี่ยนไปมาก จนทำให้ขีดความสามารถของคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กในปัจจุบันมีประสิทธิภาพไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าเมนเฟรมที่เคยมีมาในอดีต

ณ เวลาปัจจุบันนี้มีการกล่าวถึงเทคโนโลยีรุ่นใหม่หลายเรื่อง หลายสิ่งหลายอย่างกำลังอยู่ระหว่างการวิจัยและพัฒนา และก็เริ่มเข้าสู่สถานะที่เป็นไปได้ในยุคต้น เพื่อให้เห็นภาพของการเปลี่ยนแปลงสถานะของเทคโนโลยีและความเป็นไปในปัจจุบัน ผู้เขียนจึงใคร่ขอนำเอาเทคโนโลยีที่จัดได้ว่าอยู่ที่ขอบและกำลังได้รับความสนใจอย่างมาก มีแนวโน้มของการแพร่หลายและขยายตัวในการใช้งานต่อไปข้างหน้าอีกมาก เราลองมาดูกันว่าเทคโนโลยีที่ว่านั้นมีเรื่องอะไรบ้าง

แนวโน้มของไมโครโปรเซสเซอร์

จากการที่เทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำได้พัฒนาไปจนทำให้สามารถผลิตซีพียูในระดับไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีขีดความสามารถระดับสูงได้ ขอบของเทคโนโลยีในส่วนนี้อยู่ที่ใด เป็นสิ่งที่หลายคนสงสัย

หากดูเฉพาะซีพียูที่เป็นไมโครโปรเซสเซอร์จะพบว่า ในปี พ.ศ. 2536 นี้ ซีพียูระดับไมโครโปรเซสเซอร์ได้พัฒนาไปจนทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์วิ่งก้าวหน้าไปอีกมาก เช่น อินเทลพัฒนาเพนเทียม ซีพียูขนาด 64 บิต บริษัทดิจิตอล อีควิปเมนต์ พัฒนาชิพอัลฟ่าที่มีขีดความสามารถสูงถึง 200 มิพส์ ฮิวเล็ตต์-แพคการ์ดพัฒนา PA7100 เท็กซัสอินสตรูเมนต์พัฒนาซุปเปอร์สปาร์ก ซิลิกอนกราฟิกพัฒนา R4400 ไอบีเอ็มพัฒนาเพาเวอร์พีซี ชิพไมโครโปรเซสเซอร์เหล่านี้มีจำนวนทรานซิสเตอร์เป็นล้านตัวทั้งสิ้น และอยู่ในช่วงประมาณ 2-4 ล้านตัวต่อชิพ

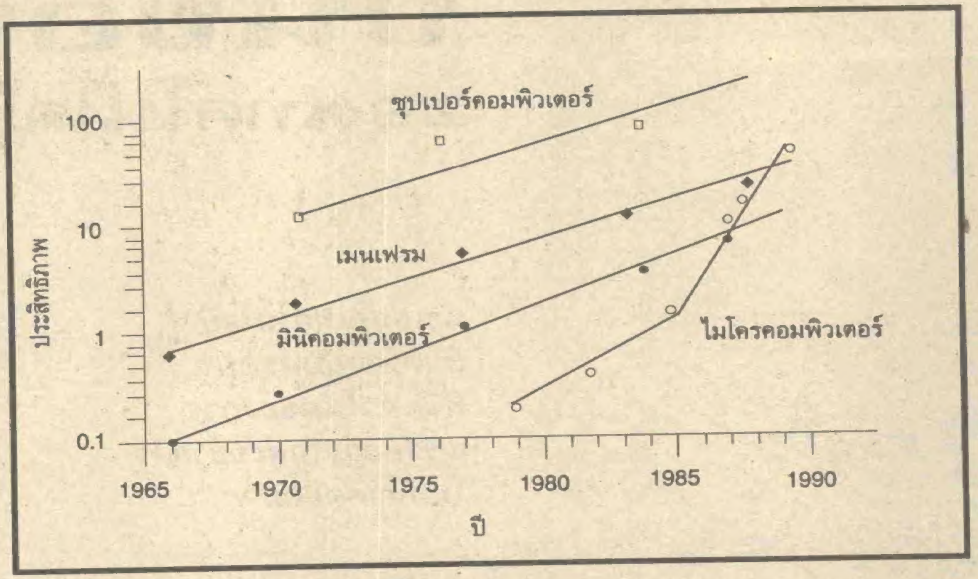
หากจะดูขอบเทคโนโลยีของซีพียูก็คงต้องหามาตราอะไรสักอย่างมาวัด เช่น จำนวนทรานซิสเตอร์ในชิพ ขนาดของชิพหรือขนาดไมครอนของตัวทรานซิสเตอร์ ซึ่งโดยทั่วไปก็จะอยู่ในช่วง 0.6-1 ไมครอน ความเร็วของสัญญาณนาฬิกาที่วิ่งได้ปัจจุบันอยู่ที่ 50-100 เมกะเฮิรตซ์

ประสิทธิภาพของซีพียูเป็นเรื่องที่น่าสนใจ เพราะเราสามารถวัดขีดความสามารถโดยรวมโดยดูจากประสิทธิภาพ ซึ่งอาจพิจารณาจาก

1. จำนวนของชุดคำสั่งที่ใช้
2. ค่าเฉลี่ยของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้ต่อคำสั่ง
3. ช่วงเวลาต่อสัญญาณนาฬิกาหนึ่งลูก

อย่างไรก็ดี ซีพียูรุ่นใหม่ใช้เทคโนโลยี RISC และยังวางโครงสร้างการคำนวณแบบขนานภายใน ซึ่งเรียกว่าสเกล่าร์ การวางแบบขนานภายในทำให้การทำงานได้เร็วขึ้นจากเดิม

รูปที่ 1 เป็นแนวโน้มของเทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์ที่พัฒนาไป



รูปที่ 1 แนวโน้มการพัฒนาของซีพียูประเภทต่าง ๆ

อย่างรวดเร็ว จนทำให้ ณ วันนี้ไมโครโปรเซสเซอร์เริ่มมีขีดความสามารถสูงทัดเทียมกับซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ และแซงหน้าเมนเฟรมไปแล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์มีอัตราการพัฒนาที่ก้าวหน้าเร็วกว่าซีพียูประเภทอื่น โดยปกติจะมีอัตราความก้าวหน้าประมาณ 1.5 ถึง 2 เท่าต่อปี การพัฒนาด้วยอัตราเช่นนี้เป็นมาอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่ซีพียูประเภทอื่น เช่น มินิเมนเฟรม และซุปเปอร์คอมพิวเตอร์มีอัตราความก้าวหน้าเพิ่มขึ้นเพียง 25 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

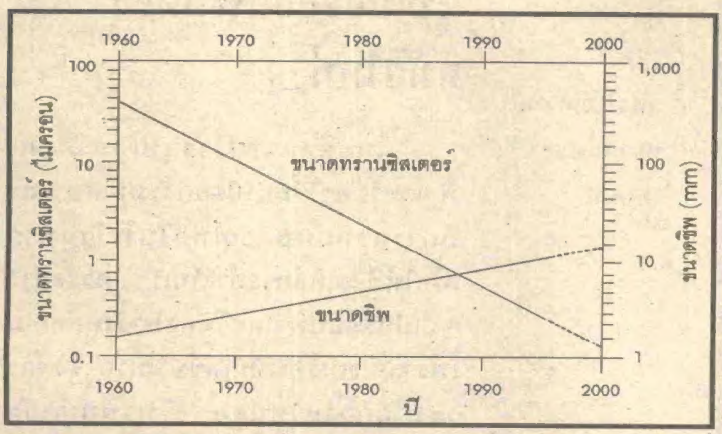
เหตุผลสำคัญที่ทำให้ไมโครโปรเซสเซอร์มีอัตราการพัฒนาที่รวดเร็วก็เพราะว่า แนวโน้มการแข่งขันกันในตลาดสูงมาก การทุ่มพัฒนาในซีพียูประเภทนี้จึงต้องเร่งแข่งขันกันอย่างจริงจัง ประจวบกับการพัฒนาชิพที่ทำให้มีจำนวนทรานซิสเตอร์สูงขึ้น และสร้างสถาปัตยกรรมที่ซับซ้อนขึ้น มีการวางโครงสร้างแบบไปป์ไลน์และใช้สถาปัตยกรรม RISC ทำให้ขีดความเร็วในการทำงานยิ่งสูงขึ้นจากเดิมมาก

การออกแบบชิพไมโครโปรเซสเซอร์ทำได้ในระยะเวลาที่สั้นขึ้น เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วยในการออกแบบซีพียู จนทำให้ซีพียูแต่ละตัวใช้เวลาในการออกแบบไม่มาก

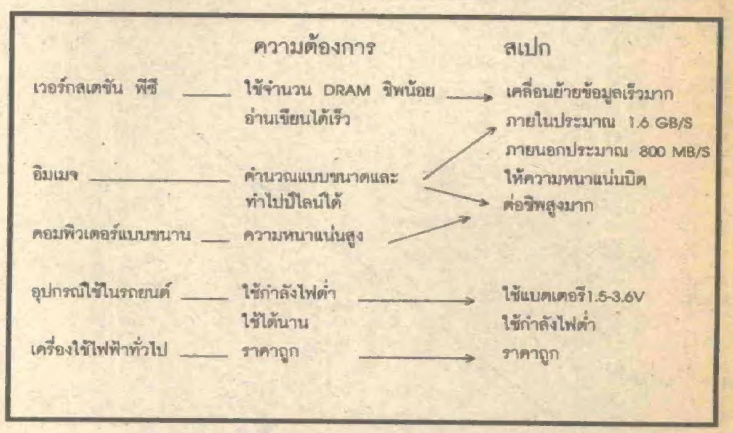
หากจะดูแนวโน้มของเทคโนโลยีอีกด้านหนึ่งที่จะยืนยันว่าขอบของเทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์วันนี้อยู่ที่ใดก็เห็นจะต้องดูขนาดของทรานซิสเตอร์ที่วัดเป็นไมครอนและขนาดความใหญ่ของชิพที่เพิ่มขึ้น ณ วันนี้ขนาดของทรานซิสเตอร์เล็กลงกว่า 1 ไมครอน ขณะที่ขนาดชิพใหญ่เพิ่มขึ้นกว่า 10 มิลลิเมตร รูปที่ 2 แสดงกราฟของความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้

หน่วยความจำก็พัฒนาไปมาก

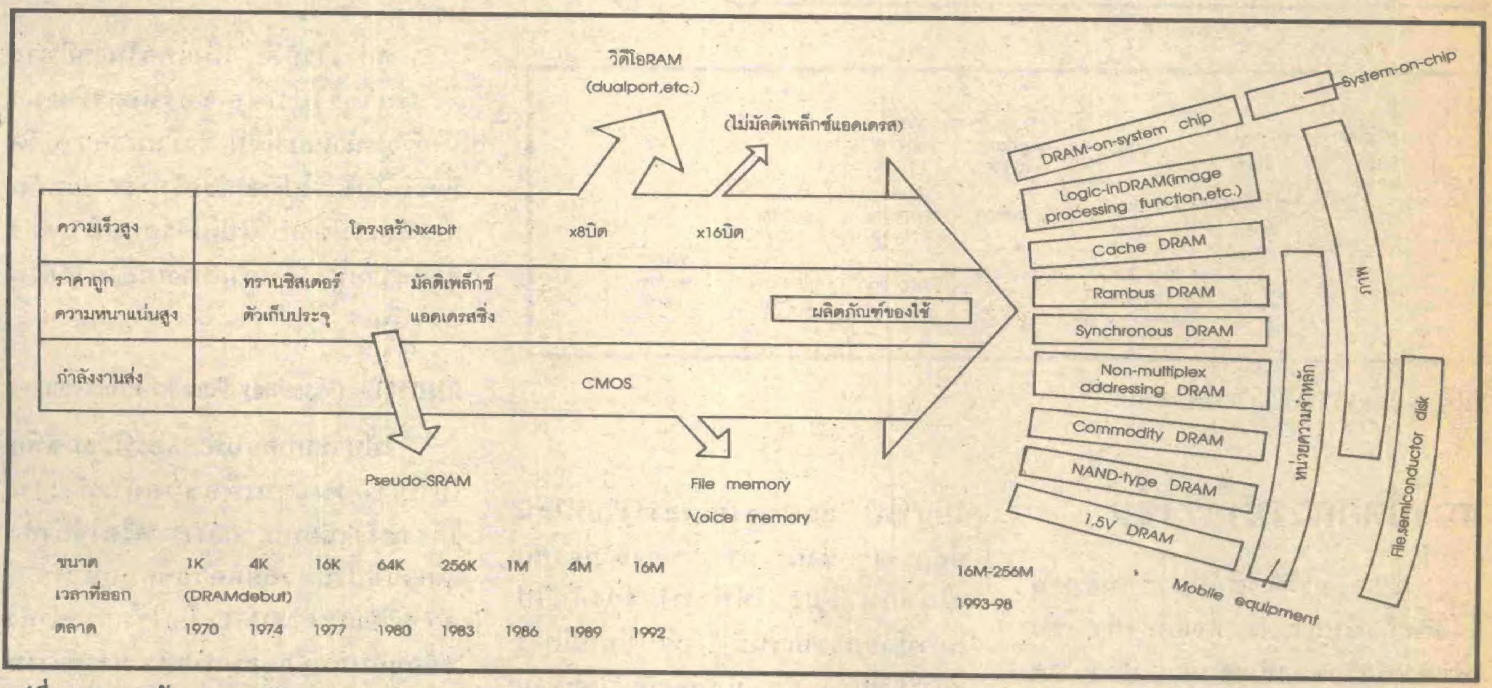
เมื่อย้อนไปในอดีต หน่วยความจำที่ใช้วงแหวนแม่เหล็กเมื่อปี พ.ศ. 2497 มีขนาด 4 กิโลไบต์ ขณะที่หน่วยความจำของซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ เช่น Cray-2



รูปที่ 2 แนวโน้มของขนาดชิพเมื่อเทียบกับขนาดของทรานซิสเตอร์ภายใน



รูปที่ 3 แสดง DRAM ที่ใช้ในงานต่าง ๆ



รูปที่ 4 แสดงเส้นทางการพัฒนา DRAM

มีถึง 4 จิกะไบต์ ขนาดของหน่วยความจำก็เป็นสิ่งที่บ่งบอกว่าขอบเทคโนโลยีวันนี้อยู่ที่ใด

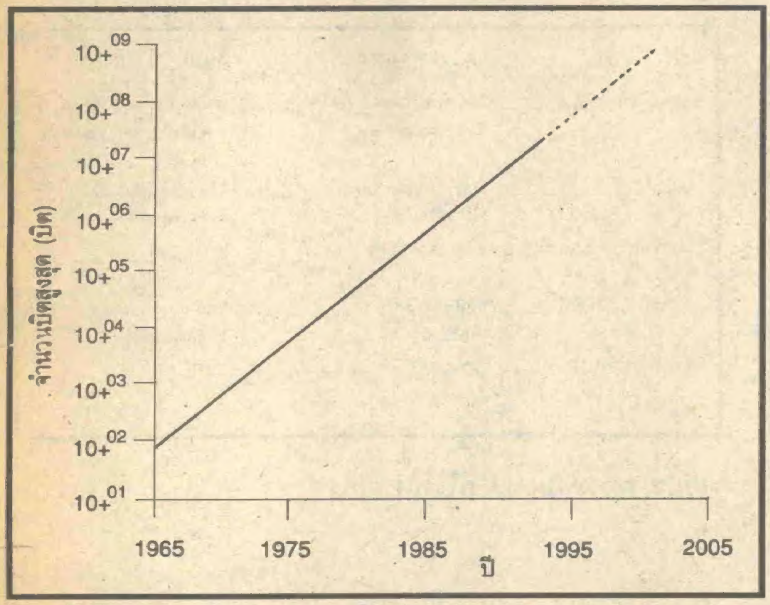
เมื่อไอบีเอ็มพัฒนาพีซีรุ่นแรก พีซี ในปี พ.ศ. 2524 มีหน่วยความจำเพียง 64 กิโลไบต์ แต่ปัจจุบันพีซีที่ใช้ทั่วไปมีหน่วยความจำ 4-8 เมกะไบต์ และมีแนวโน้มที่จะใช้หน่วยความจำมากขึ้นจากเดิมอีกมาก

ในปี พ.ศ. 2536 หลายบริษัทเริ่มผลิตหน่วยความจำที่มีขนาดความจุเกินกว่า 16 เมกะบิต และกำลังพัฒนา 256 เมกะบิตชิพ

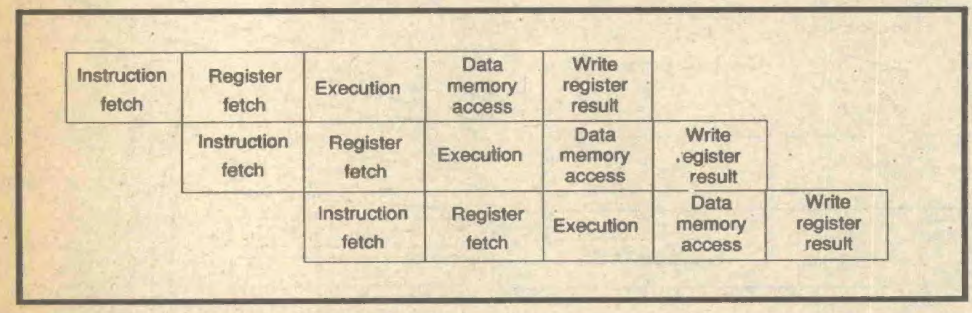
รูปที่ 3 เป็นการประยุกต์ใช้ DRAM สำหรับงานต่าง ๆ ซึ่งมีความต้องการ DRAM ในรูปแบบที่แตกต่างกัน

ด้วยการพัฒนาที่ต่อเนื่องนี้เอง ทำให้ DRAM มีพัฒนาการที่รวดเร็วเช่นกัน รูปที่ 4 เป็นเส้นทางพัฒนา DRAM ตั้งแต่จุดเริ่มต้นในปี พ.ศ. 2513 จนถึงปัจจุบัน

จากแนวโน้มที่กล่าวไว้ในรูปที่ 4 เมื่อนำมาเขียนเป็นกราฟแสดงดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แนวโน้มความหนาแน่นของ DRAM



รูปที่ 6 โครงสร้างไปป์ไลน์พื้นฐาน

สถาปัตยกรรมที่เร็วขึ้น

การจะทำให้ซีพียูมีประสิทธิภาพได้ดียิ่งขึ้นมีหลายด้านที่จะต้องทำ เช่น เพิ่มความเร็วของสัญญาณนาฬิกา ลดไซเคิลคำสั่งให้สั้นลง การกระทำในลักษณะนี้ก็มีข้อจำกัด เช่น สัญญาณนาฬิกาในปัจจุบันมีความเร็วอยู่ในระหว่าง 50-100 เมกะเฮิรตซ์ ดังนั้นต้องใช้วิธีอื่นประกอบด้วย

วิธีหนึ่งก็คือ การสร้างสถาปัตยกรรมที่ช่วยทำให้เร็วขึ้น เช่น ใน 486 ใช้สถาปัตยกรรมของ 386 แต่ใช้โครงสร้างที่เรียกว่าไปป์ไลน์ ทำให้ทำงานได้เร็วขึ้น ใน RISC ก็ใช้โครงสร้างไปป์ไลน์ ลักษณะโครงสร้างไปป์ไลน์มีลักษณะแบ่งการทำงานของคำสั่งออกเป็นส่วน ๆ แล้วให้ทำงานเรียงกันไป สถาปัตยกรรมเช่นนี้ทำให้เหมือนมีการทำงานที่ขนานกัน เมื่อพิจารณาโดยรวมจะทำได้เร็วขึ้น ดังรูปที่ 6

เพื่อให้การทำงานเร็วขึ้นอีก มีวิธีการเพิ่มส่วนการทำงานพร้อมกันในระดับส่วนต่าง ๆ ให้มากขึ้นโดยเรียกว่า ซุปเปอร์สเกล่าร์ หรือให้มีหน่วยคำนวณหลาย ๆ ตัวให้ทำงานพร้อมกัน เหมือนมีหลายซีพียูอยู่ในซีพียูเดียว การทำงานขนานภายในนี้เราเรียกว่า แมสซิฟไปป์-ไลน์ ดังรูปที่ 7

ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์สมัยใหม่

ในอดีตการสร้างซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ต้องใช้สถาปัตยกรรมพิเศษ และมีการออกแบบด้วยเทคโนโลยีเฉพาะเพื่อให้มีไซเคิลการทำงานเร็ว โครงสร้างซุปเปอร์คอมพิวเตอร์ต้องใช้น้ำหล่อเย็น เพราะความร้อนที่เกิดขึ้นมีมาก จึงต้องระบายความร้อนออก บริษัทผู้ผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์จึงมีเพียงไม่กี่บริษัท เช่น เคลย์รีเสิร์ชที่ผลิต CRAY บริษัท CDC ผลิตซุปเปอร์คอมพิวเตอร์รุ่นแรก ๆ

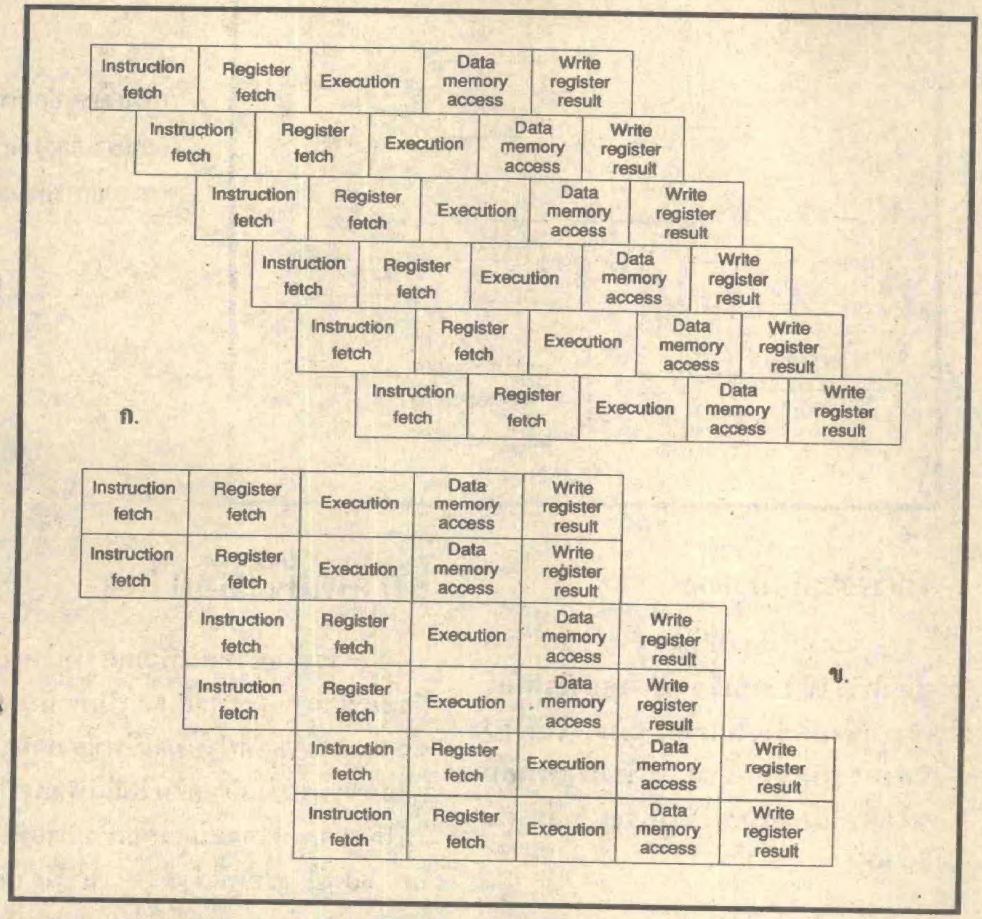
อย่างไรก็ดี เมื่อเทคโนโลยีทางด้านไมโครโปรเซสเซอร์มีการพัฒนาให้ก้าวหน้าและดีขึ้น จึงมีแนวความคิดที่จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำงานร่วมกันเป็นจำนวนมาก ซุปเปอร์คอมพิวเตอร์จึงมีความหลากหลายทางเทคโนโลยีในปัจจุบัน

แมสพาร์ (Massiudy Parallel Processor)

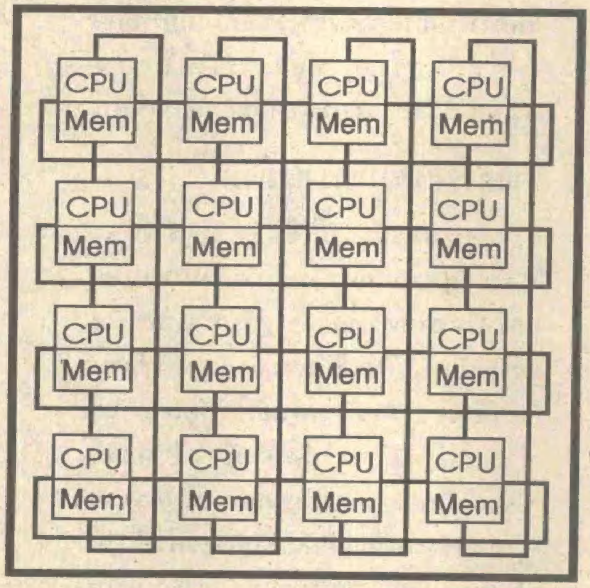
เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่รวมซีพียูเป็นจำนวนมากเพื่อช่วยกันทำงาน โครงสร้างมีแบบ SIMD หรือใช้คำสั่งเดียวแต่ประมวลผลด้วยข้อมูลหลาย ๆ ตัว หรือแบบ MIMD คือใช้หลายคำสั่งพร้อมกันกับข้อมูลหลายตัว การทำงานด้วยซีพียูจำนวนมากประสบผลสำเร็จด้วยดีเพราะ

ประการแรก มีการพัฒนาอัลกอริทึมการคำนวณที่ใช้ซีพียูจำนวนมากในเรื่องการแบ่งกันทำงานตามสภาพปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา

ประการที่สอง มีการออกแบบโครงสร้างฮาร์ดแวร์พิเศษให้สามารถต่อเชื่อมโยงและส่งผ่านข้อมูลระหว่างกันได้รวดเร็ว



รูปที่ 7 ก. การทำงานแบบซุปเปอร์สเกล่าร์ ข. การทำงานแบบแมสซิฟไปป์ไลน์



รูปที่ 8
การต่อเชื่อมซีพียูจำนวนมากในระบบมัลติโปรเซสเซอร์

ประการสุดท้ายคือ มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับโครงสร้างของระบบหลายซีพียู โครงสร้างของแมสชิพ พาราแวลโปรเซสเซอร์มีได้หลายรูปแบบ รูปที่ 8 เป็นตัวอย่างการเชื่อมต่อซีพียูแบบหนึ่ง

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์โดยภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์มีซุปเปอร์คอมพิวเตอร์เครื่องแรกที่ชื่อ แมสพาร์ มีซีพียู 1024 ตัว ความเร็ว 1600 มิพส์

Connection Machine

เป็นผลมาจากการพัฒนาอัลกอริทึมเพื่อให้มีการแบ่งการทำงานโดยการเชื่อมต่อซีพียูเป็นเครือข่าย ซึ่งพัฒนาออกแบบโดยหลายบริษัท เช่น เอนคอร์-คอมพิวเตอร์ บริษัทอินเทลร่วมกับมหาวิทยาลัยคาลเท็กซ์ การสร้างคอม-เน็กชั่นแมชีนสามารถใช้ซีพียูต่อรวมกันถึง 64000 ตัว

การคำนวณแบบหลากหลายเครื่อง

มีผู้สร้างซุปเปอร์คอมพิวเตอร์โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่แล้วเชื่อมต่อเข้าสู่เครือข่ายคอมพิวเตอร์เพื่อกระจายการคำนวณไปยังเครื่องต่าง ๆ โดยใช้

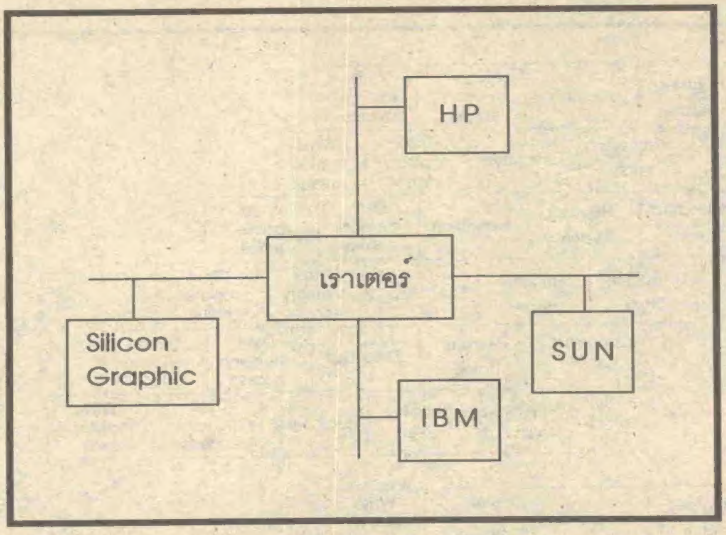
เราเตอร์เป็นอุปกรณ์สวิตชิ่งข้อมูลเพื่อกระจายการคำนวณตามอัลกอริทึมที่กำหนด

จะสร้างคอมพิวเตอร์ให้ทำงานเร็วไปทำไม

ความต้องการในเรื่องการคำนวณที่รวดเร็ว เพราะต้องการสร้างคอมพิวเตอร์ที่สามารถทำงานหลายสิ่งหลายอย่างที่ใฝ่ฝันอยากให้เป็น แต่ก็ยังไม่สามารถกระทำได้ เพื่อให้เห็นความต้องการของการประยุกต์ใช้งาน ลองดูตัวอย่างการประยุกต์ต่อไปนี้ (ยกขึ้นให้เห็นเป็นตัวอย่าง)

การสร้างภาพสามมิติเคลื่อนไหว

หากเราดูภาพยนตร์หลายเรื่องในปัจจุบัน เช่น เรื่องของการสร้างภาพไดโนเสาร์จำนวนมากโดยใช้คอมพิวเตอร์ การสร้างภาพการ์ตูน หรือภาพยนตร์หลายเรื่องต้องใช้หลักการทางคอมพิวเตอร์ช่วยคำนวณการเคลื่อนไหว หรือการสร้างสิ่งที่ไม่มีชีวิตให้เห็นเสมือนมีตัวตนจริง



รูปที่ 9
การสร้างซุปเปอร์คอมพิวเตอร์โดยกระจายการคำนวณ

งานวิจัยระดับโมเลกุล

ขณะนี้มีงานวิจัยจำนวนมากที่ต้องการใช้ความเร็วของคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยสร้างโมเดล เช่น ในเรื่องวิศวกรรมพันธุกรรม การหาสูตรเคมีหรือยาที่ต้องการสร้างโครงสร้างระดับโมเลกุล

การประมวลผลภาพ

งานประมวลผลด้วยภาพมีบทบาทและการใช้งานอยู่มาก เช่น ใช้ประมวลผลภาพจากเอ็กซ์เรย์หรือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อสร้างภาพสรีระร่างกายของมนุษย์ การสร้างภาพถ่ายจากดาวเทียม

ศาสตร์แห่งความจริงเสมือน

ศาสตร์ด้านนี้มีชื่อว่า วียาร์ (VR-Virtual Reality) วีอาร์กำลังมีบทบาทและเป็นศาสตร์ที่กำลังได้รับความสนใจ เพราะมีแนวโน้มในการประยุกต์ใช้งานได้กว้างขวาง เช่น แพทย์ฝึกหัดสามารถทำการผ่าตัดโดยไม่ต้องเสี่ยงชีวิตจริงของคนไข้ สถาปนิกออกแบบอาคารสิ่งก่อสร้างเสร็จแล้วลองให้เจ้าของเข้าไปเดินชม หรือดูแบบที่เห็นเสมือนเป็นของจริงทุกประการ

อนาคตยังไปอีกไกล

การพัฒนาคอมพิวเตอร์ที่ผ่านมามีระยะเวลาประมาณ 50 ปีเท่านั้นเอง ช่วงระยะเวลาที่ผ่านมาเป็นช่วงเวลาที่ดูไม่ยาวนาน แต่เทคโนโลยีก็พัฒนาไปได้ไกลมาก หากจะมองออกไปภายหน้าอีก 50 ปี เชื่อแน่ว่าช่วง 10 ปีจากนี้จะก้าวล้ำไปได้มากกว่าที่ผ่านมามากมายนัก เพราะอัตราความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเป็นอัตราที่ก้าวหน้า และยังหาจุดจำกัดได้ยาก